La température des eaux profondes de la région parisienne,

par MM. Paul Lemoine, professeur
et René Nassans, assistant.

On sait que dans la région parisienne, un grand nombre de puits artésiens ont été chercher de l'eau dans la nappe profonde incluse dans les sables albiens.

L'un de nous, (Lemoine 1910), a déjà donné une liste assez complète de ces puits profonds.

Il nous parait interessant de revenir sur quelques-uns des renseignements fournis par ces puits.

DEGRÉ GÉOTHERMIQUE.

Le degré géothermique est, comme on sait le nombre de mètres dont il faut s'enfoncer pour obtenir une élévation de température.

Il faut donc pour le calculer connaître trois éléments :

1° La température moyenne du sol T'.

2° La température de l'eau profonde T.

3° La profondeur du puits P.

Le degré géothermique est ainsi donné par la formule :

$$D = \frac{P}{T - T'}.$$

1° La température moyenne du sol est assez difficile à obtenir avec précision.

Elle résulte des moyennes de longues observations météorologiques.

Elle peut être remplacée, soit par la température constante de souterrains profonds, soit par celle de l'eau des puits ordinaires.

On trouve à cet égard les renseignements suivants :

Arago a montré que, à Paris les Souterrains de l'Observatoire à 28 m. au-dessous du sol, dans le Calcaire grossier, ont une température du 11°70, sans variation, et que la température moyenne de l'air est de 10°6.

Becquerel a trouvé des chiffres très analogues au cours de longues observations dans le forage du Muséum.

Arago a observé 11° dans un puits sans eau, à 15 m. 60 rue Mouffetard.

On peut admettre, que dans la région parisienne la température moyenne du sol est d'environ 11°, avec une erreur possible, de l'ordre du degré.

La température de l'eau profonde est mesurée au moyen de thermomètres. Walferdin, a essayé de diminuer le plus possible les causes d'erreur; mais d'après l'examen des résultats obtenus, il ne semble pas que l'on puisse obtenir une approximation supérieure au dixième de degré.

Il y a même des variations plus fortes, de l'ordre du degré, dont on pourra chercher les causes [1].

De toutes façons, la différence T — T', ne paraît pouvoir être mesurée avec une précision supérieure au degré.

2° La profondeur est considérée comme connue, avec exactitude, d'après les résultats des sondages.

Il y a cependant, au moins, deux causes d'erreurs possibles :

1° La non-verticalité du sondage; l'erreur de ce chef ne paraît pas pouvoir être supérieure à 0 m. 10 pour 100 m. soit : 1 0/00; c'est très minime.

2° Les erreurs sur les mesures de longueurs, l'allongement des cordes, la dilatation des tiges.

Il nous paraît difficile que toutes les causes réunies fournissent une approximation inférieure à 1 ou 2 0/00, sauf, faute grossière, c'est-à-dire à peine 1 m. pour 500 m.

Influence sur la valeur du degré géothermique. — On peut essayer de se rendre compte de l'influence de ces erreurs sur la valeur calculée du degré géothermique (Dg).

On a en effet :

$$Dg = \frac{P}{T - T'},$$

[1] Une autre cause d'erreur réside dans le refroidissement de l'eau quand elle monte dans les conduites. On peut expliquer ainsi un certain nombre d'anomalies.

Creil. — 14° puis 13°.
Mondorf. — A 34° — B. 25°.
Nancy. — A 36°-37° — B. 32°.

Il est donc nécessaire de prendre l'eau réellement, en profondeur, en faisant stationner le thermomètre, sans quoi on observe une température notablement inférieure à la moyenne. Walferdin paraît avoir été à peu près le seul à opérer avec les précautions nécessaires.

ou en tenant compte des causes d'erreurs

$$Dg + \delta = \frac{P + \pi}{(T - T') + \theta};$$

d'où

$$\delta = \frac{P + \pi}{(T - T') + \theta} - \frac{P}{T - T'}$$

$$= \frac{(P + \pi)(T - T') - P(T - T') - P\theta}{(T - T')^2 + (T - T')\theta}$$

et

$$\delta = \frac{(T - T')\pi - P\theta}{(T - T')^2 + (T - T')\theta}. \qquad (1)$$

Si l'on considère que π et θ sont très petits par rapport à P et $T - T'$, et voisins de 1, on peut simplifier et écrire :

$$\delta = \frac{(T - T') - P}{(T - T')^2} = \frac{-P}{(T - T')^2} + \frac{1}{T - T'}$$

$$= -\frac{D}{T - T'} + \frac{1}{T - T'},$$

$$\delta = \frac{1}{T - T'}(1 - D). \qquad (2)$$

Prenons les exemples suivants :

$$T - T' = 20^\circ;$$
$$P = 500 \text{ mètres};$$
$$\pi = 1 \text{ mètre};$$
$$\theta = 1^\circ.$$

On a avec la formule (1) :

$$\delta = \frac{20 \times 1 - 500 \times 1}{400 + 20};$$

$$\delta = -\frac{480}{420} = 1 \text{ m. } 1.$$

Avec la formule (2) :

$$\delta = \frac{1}{20}(1 - 25) = \frac{24}{20} = 1 \text{ m. } 2.$$

Ainsi, dans les conditions réalisées dans le Bassin de Paris, l'erreur admissible sur le degré géothermique serait d'environ 1 à 2 mètres.

Effectivement, on trouve des divergences de cet ordre, entre les divers auteurs pour les mêmes données.

Il ne faut donc pas tenir compte des variations de l'ordre du mètre, dans les valeurs du degré géothermique, même avec des observations soigneusement faites.

Par contre, les variations supérieures doivent attirer l'attention.

VARIATIONS DU DEGRÉ GÉOTHERMIQUE.

Divers auteurs et notamment Becquerel, ont donné de nombreux renseignements sur la valeur du degré géothermique, qui est variable en un même point suivant la température.

Voici quelques documents à cet égard :

Gensanne en 1740 a fait des expériences à Giromagny près de Belfort. D'après Becquerel (8e Mémoire), il a trouvé :

à 101 m.	12°,5	
à 206 m	13°,1	Dg (101-206) = 17 m. 5
à 308 m	19°	Dg (206-308) = 17 m. 6
à 433 m	22°,7	Dg (308-433) = 33 m. 8

De Saussure (1785) a trouvé en Suisse dans un puits de recherche de sel gemme :

à 108 m	14°,4
à 183 m	15°,6
à 220 m	17°,4

Cordier a observé :

à Cormeaux	Dg = 36 m.
à Littry	Dg = 19 m.
à Decize	Dg = 15 m.

LE DEGRÉ GÉOTHERMIQUE DANS LE BASSIN DE PARIS.

Il nous a paru intéressant de reprendre les rares données que l'on possède sur la valeur du degré géothermique dans le Bassin de Paris.

A. — Les puits de la craie. — Pour la craie on a plusieurs renseignements :

Grenelle à.........................	400 m.	: Dg = 30,8
École Militaire à..................	173 m. 32	: Dg = 32 m.

Le degré géothermique serait donc un peu moins grand dans la craie que dans les sables verts.

Enfin, un dernier renseignement est fourni par l'eau des puits

de Croissy, captée par le Service des Eaux de Versailles qui est à 12°,5, alors que l'eau de la nappe superficielle est de 11° environ.

C'est donc une eau dont la circulation souterraine principale s'est faite à 30 ou 40 m. au-dessous du niveau actuel.

De nombreuses observations ont été faites au cours du creusement du puits de Grenelle.

ARAGO (p. 388) en a déduit pour Paris :

Dg	(28-66)	= 31 m.,1
	(66-173)	= 30 m.,6
	(173-248)	= 20 m.,8
	(248-298)	= 22°,8
	(298-400)	= 62°,5
	(400-505)	= 38°,9
	(505-548)	= 33°,0

B. — LES EAUX DE L'ALBIEN. — La température des eaux albiennes est assez constante (environ 28°), pour les puits de la rive gauche de Paris, mais comme la profondeur est légèrement différente le degré géothermique varie un peu.

Grenelle	Dg = 32 m. 2	Moyenne Dg = 33 m. 95
Passy	Dg = 34 m. 4	
Butte-aux-Cailles	Dg = 34 m. 2	
Say	Dg = 34 m.	
Issy	Dg = 29 m. 7	
Maisons-Laffite	Dg = 37 m.	
Rue Blomet	Dg = 31 m.	
Place Hébert	Dg = 31 m. 20 à 37 m. 70	

Le degré géothermique est donc en moyenne de 34 m. pour les puits de Paris.

Pour avoir le même degré géothermique de 34 m. il faudrait admettre :

à Issy	25°,6 au lieu de 27°,8
à Maisons-Laffitte	27°,9 au lieu de 26°,5

erreur admissible, tant que l'on n'aura pas repris toutes les températures d'une façon méthodique avec le même thermomètre, ou des thermomètres soigneusement étalonnés.

Par contre, le degré géothermique à la place Hébert est inutilisable, étant donnée l'incertitude qui règne sur la température de l'eau de la place Hébert (30° à 34°).

Ainsi, pour tous les puits de Paris et de ses abords immédiats, on peut admettre un degré géothermique de 34°.

Puits de Pressagny-l'Orgueilleux. — Il existe, par contre à Pressagny-l'Orgueilleux, un puits artésien, dont la température et le degré géothermique sont très anormaux (11 m. 6).

On y trouve en effet, à la profondeur de 70 m. des eaux à 17°, alors que normalement elles devraient être à 13° environ.

Il semble que l'on puisse expliquer cette anomalie par le fait de la remontée rapide des eaux profondes depuis la région parisienne, jusqu'à Pressagny-l'Orgueilleux.

Il est curieux de constater que, en admettant un degré géothermique de 34 m. une eau à 17° devrait se trouver normalement vers 204 m. de profondeur; or, aucun puits de la région nord-ouest de Pressagny-l'Orgueilleux, ne donne pour l'Albien une profondeur de cet ordre (Sauf peut-être Gisors).

On est ainsi amené à penser que l'alimentation en eau de Pressagny vient du sud et de l'est, donc surtout de la bordure orientale du Bassin de Paris (Puisaye, Perthois, Argonne).

Cependant, l'eau qui s'accumule dans la région synclinale, de Saint Martin du Vivier, y atteint 24° comme il est normal (degré géothermique de 33 m. 70).

Puits de Troyes. — Une autre anomalie paraît s'observer à Troyes (Dg. = 27 m. 7); mais cette anomalie est minime; si le degré géothermique y était de 34 m. la température de l'eau serait de 14°,6. Cette différence de 1° est trop faible pour être invoquée sûrement.

C. — Puits du Portlandien. — Pour le Portlandien, à Rouen, Saint-Sever, on aurait 27 m. 4, comme degré géothermique, ce qui est faible.

A Sotteville, le degré géothermique dans le Kimeridgien (Cl.) ou Oxfordien (D.) est de 23 m. 70.

D. — Puits du Bajocien. — M. Pierre Pruvost a bien voulu attirer l'attention de l'un de nous sur l'eau rencontrée à 800 m. de profondeur dans le Bajocien, au sondage de Ferrières. On sait, que à la traversée du Bajocien, on vit le niveau de l'eau remonter de 32 m. dans le forage et s'installer à la cote + 112 m. Il y avait donc dans le Bajocien, une nappe aquifère ayant sa charge propre. — Sa température n'a pas été prise; mais, elle ne devait pas être très élevée, car, on n'a rien remarqué bien que l'on fût en plein hiver (janvier 1926). — On peut donc penser, que cette eau était à une température inférieure à 16 ou 17°. Or, à 800 m. elle aurait dû être normalement à 34°. Il y a là, un problème curieux.

E. — Grès bigarrés. — Nicklès (p. 14) a signalé une venue d'eau importante (Source de Perotin), dans le sondage du Bois Chaté, elle se trouve dans le grès bigarré à 956-957 mètres de profondeur; débit : 500 litres à la minute.

On en déduit :

$$Dg = \frac{956}{38} = 25 \text{ mètres.}$$

On peut en rapprocher l'eau du puits de Mondorf (Grand-Duché du Luxembourg), qui a 730 m. de profondeur et où Walferdin a trouvé à 502 m. la température de 25°,65 (l'eau d'un puits de 7 m. = 9°7). Il en a déduit :

$$Dg = 31 \text{ m. } 04.$$

L'eau de Nancy-Thermal indique un degré géothermique de 32 m., variable d'ailleurs suivant les profondeurs. Il y a là un fait intéressant qu'avait déjà noté Arago pour le puits de Grenelle : l'existence de zones où la température ne croît pas, où la conductibilité est très faible vis-à-vis de la température des eaux sous-jacentes.

F. — Eaux plus froides que la normale. — Il convient d'attirer l'attention sur les eaux réellement froides, que l'on pourrait appeler *hypothermales*, dont la température est inférieure, soit à la moyenne atmosphérique de l'année, soit à cette moyenne augmentée du degré géothermique.

Nous citerons comme exemple :

1° Les eaux de Forges-les-Eaux à 6°,7.

2° Les eaux du Bajorien de Ferrières (voir p. 38).

3° Les eaux du niveau supérieur de Nancy-Thermal (à 649 m. : degré géothermique 92 m. 7).

4° Les eaux de Doulaincourt à 9°,3.

Nous ne voyons actuellement aucune explication à cette hypothermalité.

Résumé.

Si extraordinaire que cela puisse paraître, là se bornent nos renseignements sur la température des eaux profondes du Bassin de Paris. Nous n'avons aucun document sur les variations possibles de ces températures avec le temps et le débit. A part les données très anciennes de Walferdin, nous n'avons même pas la certitude que ces températures aient été prises correctement, et nous ne pouvons faire état de divergences de l'ordre du degré.

Malgré tout, il semble qu'il y ait, dans la distribution de ces températures, des anomalies curieuses (Pressagny-l'Orgueilleux, Ferrières, Troyes).

Il nous a paru utile de résumer la documentation et d'attirer l'attention sur l'intérêt que pourraient présenter des observations thermométriques sur les eaux profondes.

DOCUMENTS SUR LES TEMPÉRATURES.

Alton, M. et M.
BARACHON, 1911, p. 27. — T = 31°,5.

Brin-sur-Seille, M.-et-M.
BARACHON, 1911, p. 27. — T = 38°,6.

Creil, Oise. — Puits de l'Usine des Eaux.
Renseignement de M. BEDAUX.
Profondeur 87 m. 42.
T (juillet 1928) = 14°. T (1929) = 13°).

$$\star\ Dg = \frac{87}{14-11} = 29 \text{ mètres.}$$

Doulaincourt, Vosges.
BARACHON, 1911, pp. 21, 27. — T = 9°,3 à 9°,5.

Enghien, S.-et-O. — Source du Lac.
MOUREU p. 30 — T = 12°.
JACQUOT ET WILM — T = 12° à 14°.

Éply, M.-et-M.
BARACHON, 1911, p. 27. — T = 35°.

Ferrières, S.-Inf. : voir p. 38.

Forges-les-Eaux, S.-Inf.
GIRARD et MORIN. — T = 6°,7.
JACQUOT et WILM, p. 502. — T = 7°.

Issy-les-Moulineaux, Seine.
Renseignement de la Préfecture de la Seine.
Température T (499 m.) = 27°,8.

$$\star\ Dg = \frac{499}{16{,}8} = 29 \text{ m. } 7.$$

Laborde, M.-et-M.
BARACHON, 1911, p. 27. — T = 38°,6.

Lesmenils, M.-et-M.
BARACHON, 1911, p. 27 — T = 30°.

Maisons-Alfort, Seine.
LASSAIGNE, C. R. A. S. 1841, p. 745.

Puits profond de 54 m. situé à 70 m. de la rive gauche de la Marne, en aval du pont de Charenton. La température prise à

★ Indique les degrés géothermiques calculés par nous.

l'embouchure d'un tuyau en zinc de 0 m. 08 de diamètre d'où l'eau sort abondamment est de + 14° cent. — La température d'un puits ordinaire, le plus profond (11 m. 3), est de + 11°,6 cent.

Becquerel, T (puits ordinaire à 11 m. 33) = 11°,7.

T (Forage à 54 m.) = 14°.

$$Dg = \frac{54 - 11}{2°3} = 18 \text{ mètres.}$$

$$\star\ Dg = \frac{54}{14 - 11} = \frac{54}{3} = 18 \text{ mètres.}$$

Maisons-Laffitte, S.-et-O.

Peroux, 1910, p. 24. — T (à 576 m.) = 26°,5.

$$\star\ Dg = \frac{576}{15,5} = 37 \text{ mètres.}$$

Martincourt, Meuse.

Barachon, 1911, p. 27. — T = 38°

Meaux, S.-et-M.

D'Archiac, Histoire, 1847, p. 74.

T (à 70 m.) = 14°.

$$\star\ Dg = \frac{70}{14 - 11,5} = \frac{70}{3,5} = 20 \text{ mètres.}$$

Mondorf (Luxembourg).

A. Welter, 1845, p. 887.

Le 11 septembre 1845, on avait atteint 671 m. 2. Deux thermomètres ont été mis dans un cylindre de bois, qui séjourna 1 h.4 m dans le fond. L'eau du puits de l'auberge du village était à la température de 11°,5, à la profondeur de 5 m.

T (à 671 m. 2) = 34°.

$$\star\ Dg = \frac{671 - 5}{34 - 11,S} = 29 \text{ m. } 6.$$

B. Barachon, 1911, p. 26. T = 25°.

Mont-sur-Meurthe, M.-et-M.

Barachon, 1911, p. 27. T = 27°,5.

Montry, S.-et-M.

Observations de M. Dimitri (26 nov. 1928).

T (à 107 m.) = 13°,3.

$$\star\ Dg = \frac{107}{13°3 - 11} = 46 \text{ m.}$$

Morsbronn près Wœrth-sur-Sauer.

BARACHON, 1911, p. 26. T (à 567 m.) = 44°.

$$\star\ Dg = \frac{567}{44 - 11} = \frac{567}{33} = 17\,m.\,1.$$

Nancy (M.-et-M.). — Source Lanternier, au [Parc Sainte-Marie (Nancy-Thermal).

A. — BARACHON, 1911, p. 31.

T. à 649 m. (Sommet des grès bigarrés) = 28°

$$\star\ Dg = \frac{649}{18 - 11} = \frac{649}{7} = 92\,m.\,7.$$

T à 670 mètres = 30°,

$$\star\ Dg = \frac{670}{30 - 11} = \frac{670}{19} = 35\,m.\,4.$$

T à 690 mètres = 34°,

$$\star\ Dg = \frac{690}{34 - 11} = \frac{690}{23} = 30 \text{ mètres.}$$

T à 708 mètres = 35°,

$$\star\ Dg = \frac{708}{35 - 11} = \frac{708}{24} = 29\,m.\,5.$$

T à 720 m. — 800 m. = 36°-37°.

$$\star\ Dg = \frac{800}{36{,}5 - 11} = \frac{800}{25{,}5} = 31 \text{ mètres.}$$

B. — Dr. SALEUR, p. 2.

Profondeur 800 mètres.
T à 800 mètres = 35°,6,

$$\star\ Dg = \frac{800}{35{,}6 - 11} = \frac{800}{24{,}6} = 32\,m.\,5.$$

Paris-Grenelle.

A. — ARAGO, 1835, p. 501.
T (à 250 m.) = + 20°

On descend le thermomètre à maxima, contenu dans un fort cylindre en cuivre, fermé à ses deux bouts.

$$Dg = \frac{250}{20^\circ - 10^\circ 6} = 26\,m.\,6$$

ou

$$\star\ Dg = \frac{250}{20^\circ - 11^\circ} = 27\,m.\,8.$$

ARAGO (1856), p. 381, dit par erreur 248 m. au lieu de 250 m.

B. — ARAGO in WALFERDIN, 1836, p. 26, et ARAGO, 1836,p. 501.
Expérience faite le 15 mai, 1836.
T (à 298 m.) = + 22°,2.

Dg = 26 m.

C. — WALFERDIN, C. R. A. S., 1837.
T (400 m.) = + 23°,5.
Le 1er mai, 1837 à 400 m. T = + 23°,10 c.
Avec Thermométographe de M. Bunsen. : T = 23°,45
Avec Th. à déversement Magnus T = 23°,50 et 23°,70 c.
Avec Therm. à dévers. Walferdin T = 23°,5 c.
Température moyenne de surface = 10°,6.

$$\star\ Dg = \frac{400}{12{,}5} = 32 \text{ mètres}$$

ou

$$\star\ Dg = \frac{400}{12{,}75} = 31 \text{ mètres.}$$

D. — WALFERDIN, C. R. A. S., 1837, p. 977.
Nouvelle expérience à 400 m. avec les thermomètres à maxima immergés pendant 10 heures;
T = 23°,77 à 23°,74; moyenne 23°,75.

WALFERDIN, B. S. G. F., 1838, p. 257.
Dg = 31 m. 5 (pour T = 23°,5).
30 m. 87 (pour T = 23°,75).

E. — ARAGO, 1839, p. 218.
T à 481 m. = 27°,05.
M. Walferdin et lui ont fait descendre le 3 août 1839, dans le puits de Grenelle à 281 m. (lire 481 m.) 6 thermomètres.
A la sortie, la température est de 27°,5 (lire 27°,05).

F. — ARAGO et WALFERDIN, 1840, p. 707.
T à 505 m. = 26°,43.
T (A 481 m.) = 27°,05 et non 27°,50 (erreur d'impression).
Le 18 août 1840, 6 thermomètres ont séjourné 7 h. 30 dans la vase boueuse à 505 m.
T (moyenne) = 26°,43.

G. — WALFERDIN, C. R. A. S., 1838.
T (à 400 m.) = 23°,5 puis 23°,75.
Dg = 30 m. 85.

H. — ARAGO, 1841, p. 401.
T (à 458 m.) = env. 28°.

J. — ARAGO, 1856, p. 386.
T (à 548 m.) = 27°,7.

K. — HUET, C. R. A. S., 1838, p. 150.
T = 27°,4.

L. — MAURAIN.
T (à 547 m.) = 27°,7.
Dg = 32 m. 6.

M. — DE LAUNAY.
Dg = 31 m. 90.

N. — *Préfecture de la Seine.*
T (à 548 m.) = 27°,5.

$$\star\ Dg = \frac{54{,}8}{16{,}5} = 33{,}2.$$

Dans le bac de jaugeage (avril 1929) T = 26°,1.

RÉSUMÉ.

Puits de Grenelle (Arago et Walferdin in Becquerel).

248 m.	20°,00.
298 m.	22°,20.
400 m.	23°,75.
505 m.	26°,43.
548 m.	27°,70.

Paris-La Chapelle (Place Hébert).
HUET, C. R. A. S., 1888, p. 150.
La température constatée à la pénétration dans les sables verts, et après leur élévation à 4 m. en contre-bas du sol était de 30°.
T à 667 m. = 30°;

$$\star\ Dg = \frac{667}{19} = 35 \text{ mètres.}$$

PRÉFECTURE DE LA SEINE.

T (à 718 m.) = 30° à 34°;
★ Dg = 37 m. 70 à 31 m. 20.
(Avril 1929. Impossible de prendre la température ; puits obturé, débit nul.)

Paris-Passy.
DUMAS, C. R. A. S., 1861.
T (à 568 m. 80) = 28°.

Huet, C. R. A. S., 1888, p. 150.
T = 28°;

$$\star \text{ Dg} = \frac{586}{17} = 34 \text{ m. } 4.$$

Préfecture de la Seine.
Avril 1929. — Température dans le jet du robinet 26°,6.

Paris-Butte-aux-Cailles.
Préfecture de la Seine.
Température à 582 m. = 28°;

$$\star \text{ Dg} = \frac{582}{17} = 34 \text{ m. } 20.$$

Avril 1929, dans la colonne ascensionnelle; T = 28°,1.

Paris, Raffinerie Say.
Préfecture de la Seine.
T (à 579 m.) = 28°;

$$\star \text{ Dg} = \frac{579}{28 - 11} = \frac{579}{17} = 34 \text{ mètres.}$$

Paris, rue Blomel.
Préfecture de la Seine.
T (à 534 m.) env. = 28°;

$$\star \text{ Dg} = \frac{534}{17} = 31 \text{ mètres.}$$

Avril, 1929. — Dans le bac de déversement; T = 28°.

Paris, École militaire.
A.— Walferdin, C. R. A. S., 1836, et Becquerel (il dit 18°,04).
T (à 172 m., Craie) = 16°,4;
Température moyenne 10°,6;
Dg = 30 m. (en 1838, d'après les mêmes données, il dit : Dg = 30 m. 85);

$$\star \text{ Dg} = \frac{173}{5{,}4} = 32 \text{ mètres ;}$$

ou

$$\star \text{ Dg} = \frac{173}{5{,}8} = 29°.$$

B. — Walferdin, B. S. G. F., 1836.
Température prise les 27-28-29 mars.— On fait séjourner les thermomètres 1/4, puis 12 heures.
Température constatée 16°,4 à 173 m.;
Dg = 29 m. 83.

Pont-à-Mousson, M.-et-M.
Barachon, 1911, p. 27.
T = 30°.

Pressagny-l'Orgueilleux au N. de Vernon (Eure).
Dollfus, La Nature, p. 308.

T (à 70 mètres) = 17°;

$$\star\ Dg = \frac{70}{17 - 11}\ \frac{70}{6} = 11 \text{ m. } 6.$$

Rouen Saint-Sever, S.-Inf.
Girardin et Person, C. R. A. S., p. 838.
Expérience faite le 13 mars 1838, à l'Abattoir de Rouen faubourg Saint-Sever. Le puits était plein d'eau jusqu'à 4 m. de l'orifice.

T (à 183 mètres dans le Portlandien) = 17°,6;

$$\star\ Dg = \frac{183}{6.5} = 27 \text{ m. } 4.$$

Saint-André, Eure.
Walferdin, C. R. A. S., 1838.
Sondage arrêté à 263 m. (dans l'Albien). On descend le 8 juin 1838. 2 thermomètres à déversoir; après 10 h., l'un marquait 17°,96, l'autre 17°,93.
T (à 253 m.) = 17°,95;
Dg = 30 m. 95.

Walferdin, B. S. G. F., 1838, p. 254.
Puits à 75 m. : T = 12°,2;
Puits à 253 m. : T = 17°,95;

Walferdin, C. R. A. S., 1848.

$$Dg = \frac{253}{6{,}95} = 36 \text{ mètres}.$$

Becquerel.
T (à 253 m. = 17°,7;
T (à 75 m.) = 12°;

$$Dg = \frac{178}{17{,}95 - 12{,}2} = 30 \text{ m. } 95.$$

Saint-Martin-du-Vivier, Seine-Inférieure.
Renseignement inédit de M. Pierre Pruvc [illegible]t.
T (à 439 m. 50) = 24°;

$$\star\ Dg = \frac{439}{13} = 33 \text{ m. } 7.$$

Saint-Ouen (Gare).
BECQUEREL.
T (à 66 m.) = 12°,9;

T (à 66 mètres) = 12°,9;

$$Dg = \frac{66}{1,9} = 34 \text{ mètres.}$$

Sotteville, Seine-Inférieure. — Cléry, 1852-1853, p. 209.
Dollfus, La Nature, p. 507, JACQUOT et WILM, p. 504.
T à 320° = 24°,49 (Cl.) = 24° (D) = 24°,5 (J. et W.).
Dans le Kimeridgien (Cl.), l'Oxfordien (D.).

$$\star\ Dg = \frac{320}{24,9 - 11} = \frac{320}{13,49} = 23 \text{ m. } 7.$$

Troyes, Aube.
WALFERDIN, 1939, 1840.

T (à 125 mètres) = 15°,54;
Dg = 21 mètres à 22 mètres;

$$Dg = \frac{125}{4,5} = 27 \text{ m. } 7.$$

Vilcey-sur-Trey, M.-et-M.
BARACHON, 1911, p. 27 : T = 27°.

BIBLIOGRAPHIE

ARAGO. — Température de la terre croissante avec la profondeur (Puits de Grenelle). *C. R. A. S.* ,t. I (1835), 21 déc. 1835, (2e semestre), p. 501.

ARAGO. — Température du puits foré de Grenelle. *C. R. Ac. S.*, t. II. (1836) Séance du 23 mai, 1836. (1er semestre) p. 501.

ARAGO. — Puits foré de l'abattoir de Grenelle. *C. R. Ac. Sc.*, t. IX, 5 août 1839. 2e semestre p. 218.

ARAGO et WALFERDIN. — Température du puits foré de l'abattoir de Grenelle à 505 m. de profondeur. *C. R. Ac. Sc.*, t. XI, 2 nov. 1840, 2e sem. p. 707.

ARAGO. — Puits artésien de Grenelle. *C. R. Ac. Sc.*, t. XII, 1er mars 1841, 1er sem., p. 401.

ARAGO. — Œuvres complètes de François ARAGO. Paris : Gide et Baudry et Leipzig : Weigel, t. VI, 1856. (Température des terrains de diverses natures p. 372. Température des puits artésiens, p. 378.

D'ARCHIAC. — Histoire des progrès de la Géologie de 1834 à 1845. t. I, Paris (1847), p. 74.

BARACHON Charles. — L'eau thermo-minérale du Parc Sainte-Marie (Nancy) (source Lanternier) Nancy, Crépin Leblond, 1911, 245 pp. 1 carte géol. et 1 coupe en couleurs.

BECQUEREL et Edmond BECQUEREL. — Observations de température faites au Muséum pendant l'année météorologique 1875, avec des thermomètres électriques placés à des profondeurs variant de 1 à 36 m. sous le sol, et résumé de dix années d'observations. *C. R. Ac. Sc.*, t. LXXXII, 1876, pp. 587-591.

— Sur la température de l'air et de celle des couches superficielles de la terre. *Mém. Acad. des Sciences*, 6e mém. t. XXXII, 2 pl, pp. 569-663.

— Sur la température de l'air et ses variations suivant l'état du sol. *Ibid* 7e mémoire, pp. 665-719. Sur la température des couches terrestres au-dessous du sol, jusqu'à 36 m. de profondeur. *Ibid*, 8e mémoire p. 721.

CLÉRY. — Recherches de la houille dans le département de la Seine-Inférieure. Coupe du puits artésien fait à Sotteville. Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, (1852-1853), pp. 209-216, 2 tableaux comportant une coupe détaillée.

DOLLFUS. — Les puits artésiens de la Basse Vallée de la Seine *La Nature*. 33e année, 1905, 2e trimestre. N° 1690, (14 octobre 1905), pp. 306-311.

DUMAS. — Sur le puits foré de Passy. *C. R. Ac. Sc.*, t. LIII, 1861, p. 571.

GIRARDIN et PERSON. — Mesure de la température au fond d'un puits artésien à Rouen. *C. R. Ac. Sc.*, t. VI, 16 avril 1838, p. 506.

GIRARDIN et MORIN. — Analyse d'une nouvelle source d'eau minérale, découverte à Forges-les-Eaux par le docteur Cisseville. *Précis analyt. des Trav. de l'Ac. Roy. Sc., Belles-Lettres et Arts de Rouen* pendant l'année 1837. Rouen, 1839, p. 47.

HUET. — Sur le puits artésien de La Chapelle à Paris. *C. R. Ac. Sc.*, t. CVII, 9 juillet 1888, 2e sem. p. 150.

JACQUOT et WILM. Les eaux minérales de la France. Paris, Baudry, 1894, p. 502 (Forges), p. 504 (Sotteville), p. 508 (Enghien), p. 1509 (Forges-les-Bains).

LASSAIGNE. — Examen de l'eau fournie par le puits foré de la maison de poste d'Alfort. *C. R. A. S.* t. XV. (1842) p. 745.

DE LAUNAY. — La science géologique. Paris. Colin.

Paul LEMOINE. — Les sondages profonds du Bassin de Paris. *Bull. Soc. Ind. Minérale*, avril 1910, p. 367-465.

MAURAIN. — Physique du Globe. Paris. Colin.

MOUREU. — Chimie et Physique des Eaux minérales. *Bibliothèque de thérapeutique*, Baillière, avril 1910, pp. 1-54.

NICKLES (René). — Le sondage du bois Chaté. *Bull. Soc. Sc. Nancy.* (III) XV, Fasc. 1. 1914.

PEROUX. — Le puits artésien de Maisons-Laffitte. *Bull. Soc. Géol. France.* (4), X, 1910. pp. 18-26.

— *Id. C. R. Ac. Sc.*, t. CL. (10 janvier 1910), p. 142. (1er sem.).

PRESTWICH, J. — « On Underground Températures : with observations on the conductivity of Rocks : on the Thermal Effects of Saturation and Imbibition : and on a Special Source of Heat in Mountain Ranges. » *Proceedings of the Royal Society of London*, t. XLI. (1887) pp. 1-116).

DR. SALEUR. — L'eau de Nancy, Parc de Sainte-Marie. Souree Lanternier, ses indications, ses effets. Nancy, 16 pp. sans date.

WALFERDIN. — Note sur la température du puits que M. Selligue fore à l'École Militaire. *C. R. Ac. Sc.*, t. II, 1836. (1er sem.). p. 514.

— *Bull. Soc. Géol. France.* 16 mai 1836. (1), t. VII. 1835-1836, p. 261.

— (ARAGO, DULONG, etc. —) Température du puits artésien que la Ville de Paris fait creuser à l'abattoir de Grenelle. *C. R. Ac. Sc.* t. 4. 1er sem. 16 mai 1837. p. 784.

— Température du puits foré de Grenelle. *C. R. Ac. Sc.*, t. IV., 1837. 1er sem., 19 juin 1837. p. 977.

— Sur un puits foré à Saint-André (Département de l'Eure) à 263 m. de profondeur et sur la température constatée à 253 m. *C. R. Ac. Sc.*, t. VI. (Séance du 16 avril 1838). p. 503.

— Température du puits artésien foré à Troyes. *Bull. Soc. Géol. France.* (1), t. XI, 2 déc. 1839, p. 29.

— [Température du puits de l'École militaire]. *Bull. Soc. Géol. France.* (1), t. VII. 1835-1836. 16 mai, 1836, p. 261.

— (Température à Saint-André de l'Eure). *Bull. Soc. Géol. France.* (1) IX, 1837-1838. (Séance du 16 avril 1838) pp. 254-257.

WELLER. — Sondage du puits foré de Mondorf. (Communiqué fait par M. ARAGO). *C. R. Ac. Sc.*, t. XXI, (1845). (Séance du 13 oct. 1845, 2e sem.), p. 887.

Le Gérant,
J. CAROUJAT.

TOURS. — IMPRIMERIE RENÉ ET PAUL DESLIS, 6, RUE GAMBETTA. — 29-7-1929.